

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 44 04 813 C 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
C 02 F 11/12  
F 26 B 3/08

21 Aktenzeichen: P 44 04 813.0-44  
22 Anmeldetag: 16. 2. 94  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 23. 2. 95

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Kraftanlagen AG, 69126 Heidelberg, DE

74 Vertreter:

Zenz, J., Dipl.-Ing., 45133 Essen; Helber, F.,  
Dipl.-Ing., 64673 Zwingenberg; Hosbach, H.,  
Dipl.-Ing., 45133 Essen; Läufer, M., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 30173 Hannover

72 Erfinder:

Lauer, Gerhard, Dipl.-Ing. (FH), 74889 Sinsheim, DE;  
Meier, Josef, 91085 Weisendorf, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 29 01 723 C2  
DE 40 29 525 A1

54 Verfahren zur Wirbelschichttrocknung von Schlamm und Wirbelschichttrockner zur Durchführung des Verfahrens

57 Verfahren zur Trocknung von Schlamm in einem Wirbelschichttrockner unter indirekter Zufuhr von Trocknungswärme, Einleitung von Gasen zur Fluidisierung des zu trocknenden Guts und Abzug eines Teilstroms des getrockneten Produkts zur Mischung mit dem zugeführten Frischschlamm sowie Rückführung des Gemischs in den Wirbelschichttrockner.

In einem ersten Abschnitt der Wirbelschicht wird Schwingungsenergie aus der Wirbelschicht eines zweiten Abschnitts indirekt auf das in die Wirbelschicht eintretende Granulat übertragen. Dieses Granulat wird vorgetrocknet und vorkonditioniert und nachfolgend durch Schwerkraft in den zweiten Abschnitt übertragen und in diesem an den wärmeübertragenden Flächen entlanggeführt, abschließend getrocknet sowie ausgelesen.

DE 44 04 813 C 1

DE 44 04 813 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wirbelschichttrocknung von Schlamm unter indirekter Zufuhr von Trocknungswärme, Einleitung von Gasen zur Fluidisierung des zu trocknenden Guts und ferner Abzug eines Teilstroms des getrockneten Produkts zur Mischung mit dem zugeführten Frischschlamm, sowie Rückführung des Gemischs in den Wirbelschichttrockner und einen Wirbelschichttrockner zur Durchführung des Verfahrens.

Bei der Wirbelschichttrocknung wird eine Trocknung körniger Produkte durch Verdampfen des Produktwassers vorgenommen. Die für die Trocknung erforderliche Wärme wird bei der Wirbelschichttrocknung mit geschlossenem Trocknungssystem indirekt über Heizflächen in der Wirbelschicht zugeführt. Als Heizmittel werden kondensierender Dampf oder über einen Erhitzer umgewälztes Thermalöl eingesetzt. Durch die Anwendung der Wirbelschichttechnik werden hohe Wärmeübertragungsleistungen erzielt. Zu trocknendes Gut, das eine körnige Struktur aufweist, wird in der Wirbelschicht fluidisiert und zugleich getrocknet. Der Eintrag des Granulats in den Wirbelschichttrockner wird über Schleusen vorgenommen. Soweit Trocknerbrüden mit Staub beladen sind, und als Wirbelmedium einzusetzen sind, werden diese zunächst gereinigt, um nachfolgend einen Teilstrom derselben über ein Kreislaufgebläse zur Fluidisierung der Wirbelschicht wieder einzusetzen. Der Austrag des getrockneten Produkts erfolgt nach einer Verweilzeit in der Wirbelschicht gleichfalls über eine Schleuse. Überschußbrüden werden in einer Dampfkondensationsanlage kondensiert, wodurch Abdampfwärme mit hohem Temperaturniveau für Heiz- oder Vorwärmzwecke zur Verfügung steht.

Derartige Verfahren werden in der Regel dazu eingesetzt um Braunkohle, Torf, Sand und Filterkuchen aus mechanischen Trennverfahren, die verdampfungsfähige Bestandteile, insbesondere Wasser enthalten, zu trocknen und das getrocknete Gut nachfolgend, gegebenenfalls nach vorheriger Kühlung einer weiteren Verarbeitung, Nutzung oder auch der Deponie zuzuführen. Auch Schlämme können durch Zumischen von abschließend getrocknetem Produkt in ein fluidisierbares Rohgranulat überführt und damit in einer Wirbelschicht getrocknet werden.

Es ist bereits ein Verfahren zur Trocknung von Feststoffmaterialien, insbesondere Braunkohle bekannt, bei dem Brüden des Wirbelschichttrockners nach einer entsprechenden Druckerhöhung durch die Öffnungen des Düsenbodens als Wirbelmedium der Wirbelschicht zugeführt werden (DE-PS 29 01 723). Die Temperatur des Wirbelschichtbetts wird hierzu im wesentlichen unterhalb der Zersetzungstemperatur des Trocknungsguts in der Wirbelschicht gehalten, damit die Brüden des Wirbelschichttrockners frei von Verunreinigungen vergasungsfähiger Bestandteile des zu trocknenden Guts gehalten werden. Die Brüden werden bei der Übertragung von Wärmeenergie auf die Wirbelschicht in dieser kondensiert. Nach einem hiervon abgeleiteten Verfahren sollte die Temperatur des Wirbelschichtbetts abhängig vom gewünschten Masseanteil an verdampfungsfähigen Bestandteilen im aus dem Trockner ausgetragenen Feststoff eingestellt werden (DE-OS 40 29 525). Für die Einstellung der Temperatur ist vorgesehen, die Zufuhr des Trocknungsguts in und aus der Wirbelschicht zu regeln. Für diese Regelung soll die Temperatur des Wirbelschichtbetts der stoffspezifischen Siede-

temperatur des verdampfungsfähigen Bestandteils im aus dem Ofen ausgetragenen, getrockneten Produkt entsprechen. Zur Abtrennung verdampfungsfähiger Bestandteile des Trocknungsguts wurde eine Kühlung und Kondensation und danach Abgabe an die Umgebung oder eine Deodorierung und/oder eine andere Gasreinigung vorgesehen. Die aus dem Wirbelschichttrockner abgezogenen Brüden werden zunächst entstaubt, ein Teilstrom derselben einer Kondensationsstufe zugeführt, ein anderer Teilstrom über einen Verdichter als Wirbelmedium in den Trockner zurückgeführt, ein dritter über einen Kompressor zur indirekten Erwärmung der Wirbelschicht durch den Wärmeübertrager geleitet und/oder ein Teilstrom zur Energieerzeugung einer Dampfturbine zugeleitet. In der Praxis hat sich gezeigt, daß durch Störungen innerhalb der Granulierung oder durch in der Förderstrecke im Anschluß an den Mischer gelöste Anbackungen der Eintrag von Granulatklumpen in den Trockner nicht völlig auszuschließen ist. Derartige Granulatklumpen sind nicht wirbelfähig, setzen sich zwischen den Heizbündelrohren des Wärmeübertragers fest und Ansammlungen derselben bringen die Wirbelschicht zum Erliegen. Der Trockner muß gekühlt und entleert werden, um die Heizbündel zu reinigen. Eine derartige Reinigung erfordert auch bei Einsatz eines Hochdruckreinigers Stillstandzeiten von mehreren Tagen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unabhängig von einer bestimmten Zusammensetzung des Granulats und diesbezüglicher Eigenschaften einen störungsfreien Trocknungsvorgang innerhalb einer Wirbelschicht zu gewährleisten und hierfür eine Einrichtung vorzusehen, die einen geringen Anlagen- und damit Kostenaufwand erfordert.

Zur Lösung dieser Aufgaben wird ausgehend von dem in der Einleitung beschriebenen Verfahren, in einem ersten Abschnitt der Wirbelschicht aus der Wirbelschicht eines zweiten Abschnitts indirekt Schwingungsenergie auf das in die Wirbelschicht eintretende Granulat übertragen, dieses vorgetrocknet und vorkonditioniert und nachfolgend durch Schwerkraft in den zweiten Abschnitt übertragen und in diesem an den wärmeübertragenden Flächen entlanggeführt, sowie abschließend getrocknet sowie ausgetragen. Durch diese Unterteilung und vorgeschalteten Behandlung der Granulatklumpen unter Zufuhr von Schwingungsenergie aus dem zweiten Abschnitt der Wirbelschicht werden diese zurückgehalten und aufgelöst, so daß ein Agglomerieren beim nachfolgenden Durchgang durch den Wärmeübertrager ausgeschlossen ist.

Vorteilhaft werden Granulatklumpen im ersten Abschnitt der Wirbelschicht radial nach außen geleitet und im Randbereich ausgetragen. Dabei kann es weiter von Vorteil sein, wenn im Randbereich der Wirbelschicht dieser Austrag, das heißt der des Grobgranulats bis zu einer vorgegebenen Größe über eine kreisringförmige Öffnung in den zweiten Abschnitt vorgenommen sowie nachfolgend das Grobgranulat in dessen Randbereich in Richtung zum Produktaustrag geführt wird.

Der Wirbelschichttrockner zur Durchführung des Verfahrens weist eine Eintrittsschleuse auf dem oberen Boden, eine Austrittsschleuse im Anschluß an einen unteren Boden, einen Düsenboden im unteren und einen Wärmeübertrager im mittleren Bereich des zylindrischen Abschnitts des Wirbelschichttrockners auf und ist erfindungsgemäß mit zumindest einem, dem Wärmeübertrager in bezug auf die Richtung der Einbringung des Frischschlammes vorgeschalteten siebboden- oder

rostartigen Träger versehen, welcher die Wirbelschicht in einen oberen und einen unteren Abschnitt unterteilt. Auf dem siebboden- oder rostartigen Träger wird Rohgranulat umgeschichtet und getrocknet sowie zugleich auf eine Korngröße herabgesetzt, die den nachfolgenden Durchgang durch den Wärmeübertrager innerhalb der Wirbelschicht gewährleistet. Die Korngröße des durch den rostartigen Träger innerhalb der Wirbelschicht vom oberen zum unteren Abschnitt übertragenen Granulats wird vor allem durch die freien Durchtrittsquerschnitte zwischen den Roststäben oder die Größe der Sieböffnungen des Trägers vorgegeben.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn wenigstens ein siebboden- oder rostartiger Träger nach oben gewölbt ausgebildet ist, um harte Klumpen nach außen in seinen Randbereich zu führen und dort auszutragen. Im oberen Bereich der sich während des Betriebs im Wirbelschichttrockner ausbildenden Wirbelschicht wird der Umfang des oder der siebboden- oder rostartigen Träger(s) vorteilhaft über federartige Verbindungsglieder an der Innenwand des Wirbelschichttrockners angeschlossen, wodurch der Träger schwingungsfähig gehalten ist.

Außerdem ist es vorteilhaft, wenn ein kreisringförmiger Spalt zwischen dem Außenrand des oder der rostartigen Träger und dem Innenmantel des Trockners vorgesehen wird. Hierdurch kann ohne Betriebsunterbrechung für eine Entsorgung ein Teil der harten Klumpen im Randbereich des Trockners über einen Ringkanal unmittelbar entnommen oder in die Randzone des zweiten Abschnitts des Wirbelbetts übertragen und über diese zum Austrag gefördert werden.

Zur Erläuterung der Erfindungsgedanken ist in der Zeichnung ein Wirbelschichttrockner zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch dargestellt.

Gemäß der Darstellung werden über eine Leitung 1 Frischschlamm und aus dem Wirbelschichttrockner 20 über die Leitung 3 abgezogenes, getrocknetes Produkt zunächst einem Mischer 5 zugeführt. Das Gemisch aus bereits abschließend getrocknetem Produkt und Schlamm wird über die Leitung 7 und ein die Eintrittsschleuse bildendes Zellenrad 9 von oben in den Wirbelschichttrockner als Rohgranulat eingeleitet. Das Rohgranulat gelangt zunächst auf einen siebboden- oder rostartigen Träger 22 im oberen Bereich der Wirbelschicht 24. Dieser Träger 22 ist über federnde Zwischenglieder schwingungsfähig an der Innenwandung des Wirbelschichttrockners gehalten, wodurch er von aus der Wirbelschicht des unteren Abschnitts übertragener Energie zu Schwingungen anregbar ist. Das auf dem rostartigen Träger aufgegebene Rohgranulat wird so lange auf diesem umgeschichtet und zurückgehalten bis die Korngröße dem Durchtrittsquerschnitt zwischen den Roststäben des rostartigen Trägers bzw. der Größe der Sieböffnungen entspricht. Nachfolgend wird das Vorgranulat durch den rostartigen Träger in den zweiten Abschnitt der Wirbelschicht übertragen und in dieser weitergeleitet. Die Wirbelschicht wird in diesem Abschnitt indirekt über einen dort angeordneten Wärmeübertrager 26 erwärmt, der durch ein Wärmeträgermedium fremdbeheizt wird.

Über der Wirbelschicht wird Brüden aus dem Wirbelschichttrockner über Leitungen 10, 11 abgezogen, durch das Gebläse 13 im Druck erhöht und über die Leitung 15 dem Düsenboden 28 des Wirbelschichttrockners zur Fluidisierung der Wirbelschicht wieder zugeführt. Das getrocknete Produkt wird im Aufnahmetrichter 30 des

Wirbelschichttrockner gesammelt und über die Austrittsschleuse 32 ausgetragen. Ein Teilstrom des getrockneten Produkts wird dem der Anlage zugeführten Frischschlamm im Mischer 5 wieder zugesetzt. Der andere Teilstrom des getrockneten Produkts wird über die Leitung 17 einer Weiterverarbeitung, beispielsweise einer Verbrennung oder Deponie zugeführt. Gemäß der Darstellung werden die Gase über die Leitung 10 dem Wirbelschichttrockner entnommen und im Zyklon 12 entstaubt. Der anfallende Staub wird hierbei über die Leitung 14 gleichfalls dem Mischer 5 zugeführt.

Während ein Teilstrom der Brüden des Wirbelschichttrockners zur Fluidisierung über den Düsenboden in den Trockner zurückgeführt wird, gelangt ein anderer Teilstrom über eine Leitung 41 in einen Abdampfkondensator 43. Aus diesem Abdampfkondensator 43 wird das Kondensat über eine Überlaufschleife 45 nach unten abgezogen. An den Abdampfkondensator schließt eine Leitung 47 mit einem Lüfter 49 zur Entgasung des Abdampfkondensators an.

In der Zeichnung ist nur ein siebboden- oder rostartiger Träger dargestellt. Es ist aber darauf hinzuweisen, daß im Rahmen des Erfindungsgedankens mehrere übereinander angeordnete rostartige Träger zur schrittweisen Vortrocknung und Vorkonditionierung vorgesehen sein können. Diese werden axial übereinander angeordnet und beispielsweise durch elastische Zwischenglieder — gegebenenfalls auch untereinander — verbunden und weisen unterschiedliche Durchgangsquerschnitte oder Siebweiten auf.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Wirbelschichttrocknung von Schlamm unter indirekter Zufuhr von Trocknungswärme, Einleitung von Gasen zur Fluidisierung des zu trocknenden Guts und ferner Abzug eines Teilstroms des getrockneten Produkts zur Mischung mit dem zugeführten Frischschlamm, sowie Rückführung des Gemischs in den Wirbelschichttrockner, dadurch gekennzeichnet, daß in einem ersten Abschnitt der Wirbelschicht Schwingungsenergie aus der Wirbelschicht eines zweiten Abschnitts indirekt auf das in die Wirbelschicht eintretende Granulat übertragen, dieses vorgetrocknet und vorkonditioniert und nachfolgend durch Schwerkraft in den zweiten Abschnitt übertragen und in diesem an den wärmeübertragenden Flächen entlanggeführt, abschließend getrocknet sowie ausgetragen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Grobgranulat innerhalb des ersten Abschnitts der Wirbelschicht radial nach außen geleitet und im Randbereich ausgetragen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Grobgranulat über eine kreisringförmige Öffnung im Randbereich des Wirbelschichttrockners in den zweiten Abschnitt der Wirbelschicht übergetragen und in dessen Randbereich in Richtung des Austrags des Trockengutes geführt wird.
4. Wirbelschichttrockner (20) mit Eintrittsschleuse (9) auf dem oberen Boden, Austrittsschleuse (32) im Anschluß an einen unteren Boden, einem Düsenboden (28) im unteren und einem Wärmeübertrager (26) im mittleren Bereich des zylindrischen Abschnitts des Wirbelschichttrockners, gekennzeichnet durch mindestens einen dem Wärmeübertrager

(26) in bezug auf die Richtung der Einbringung des Frischschlamms vorgeschalteten siebboden- oder rostartigen Träger (22), der die Wirbelschicht in einen oberen und unteren Abschnitt unterteilt.

5. Wirbelschichttrockner nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch federartige Verbindungsglieder (24), mittels derer der Umfang des oder der siebboden- oder rostartigen Träger (22) schwingungsfähig an der Innenwandung des Wirbelschichttrockners gehalten ist. 5 10

6. Wirbelschichttrockner nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest einer der siebboden- oder rostartigen Träger (22) eine nach oben gerichtete Verwölbung aufweist.

7. Wirbelschichttrockner nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Außenwand zumindest eines der siebboden- oder rostartigen Trägers (22) und dem Innenmantel des Trockners (20) ein ringförmiger Spalt vorgesehen ist. 15 20

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65